# Desenvolvimento de um plano de projeto I

## APRESENTAÇÃO

A rede de atividades do projeto é a ferramenta utilizada para planejar, programar e monitorar o progresso do projeto. Ela é desenvolvida a partir da informação coletada da estrutura analítica do projeto (WBS - *Work Breakdown Structure*) e é um fluxograma do plano de trabalho do projeto. A rede ilustra as atividades do projeto que devem ser completadas, as sequências lógicas, as interdependências das atividades a serem terminadas e, na maior parte das vezes, o tempo para as atividades iniciarem e terminarem juntas com o(s) caminho(s) mais longo(s) de toda a rede — o caminho crítico. A rede é a estrutura para o sistema de informação do projeto, que será utilizada pelos gerentes de projeto para tomarem decisões relacionadas ao seu tempo, custo e desempenho. Portanto, nesta Unidade de Aprendizagem, discutem-se os aspectos fundamentais da elaboração de redes de atividades que representam uma das bases para a gestão de prazos em projetos, bem como técnicas que visam a elaboração do diagrama de rede do projeto.

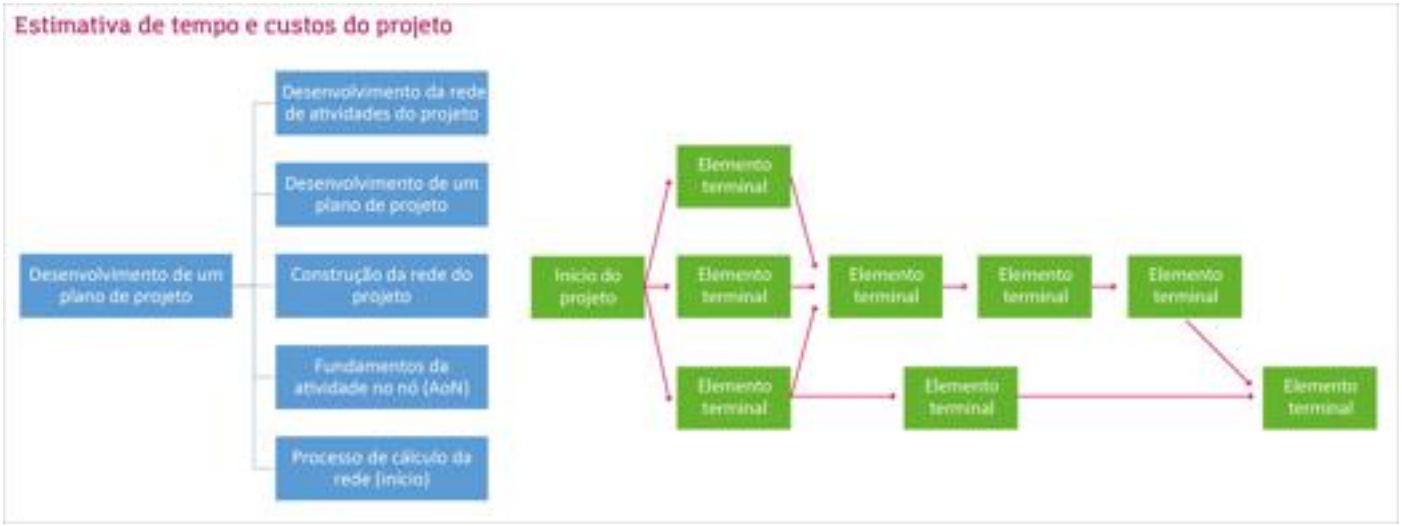
Bons estudos.

**Ao final desta Unidade de Aprendizagem, você deve apresentar os seguintes aprendizados:**

- Identificar, a partir dos pacotes de trabalho, os processos fundamentais para a elaboração do plano de um projeto.
- Definir e explorar a elaboração de diagramas de redes de um projeto.
- Explicar as metodologias, ferramentas e técnicas para o sequenciamento das atividades de um projeto.

## INFOGRÁFICO

Este infográfico apresenta os primeiros passos para o desenvolvimento de um plano de projeto.




## CONTEÚDO DO LIVRO

Muitos gerentes de projetos percebem que a rede de atividades de um projeto é o documento mais valioso do planejamento. As redes de projeto sequenciam e distribuem no tempo o trabalho, os recursos e os orçamentos. As tarefas dos pacotes de trabalhos são utilizadas nas atividades para as redes e, para desenvolver tais redes utiliza-se o método AoN – Atividade no Nó (Activity-n-Node).

Todo gerente de projetos deveria se sentir confortável trabalhando em um ambiente AoN. Este método utiliza nós (caixas) para atividades e setas para dependências. Os caminhos de ida e volta estabelecem datas de início mais cedo e mais tarde para as atividades. Embora a maioria dos gerentes de projetos utilize computadores para gerar redes e tempos de atividades, eles devem ter uma perfeita compreensão do desenvolvimento da rede e a habilidade para calcular os tempos das atividades. Portanto, para saber mais sobre este assunto, leia um trecho do capítulo 6 Desenvolvimento do plano do projeto da obra *Gerenciamento de projetos*, de Gray e Larson.

L333g Larson, Erik W.
Gerenciamento de projetos : o processo gerencial [recurso eletrônico] / Erik W. Larson, Clifford F. Gray ; tradução: Théo Amon ; revisão técnica: Roque Rabechini Jr. – 6. ed. – Porto Alegre : AMGH, 2016.

Editado como livro impresso em 2016.
ISBN 978-85-8055-567-7

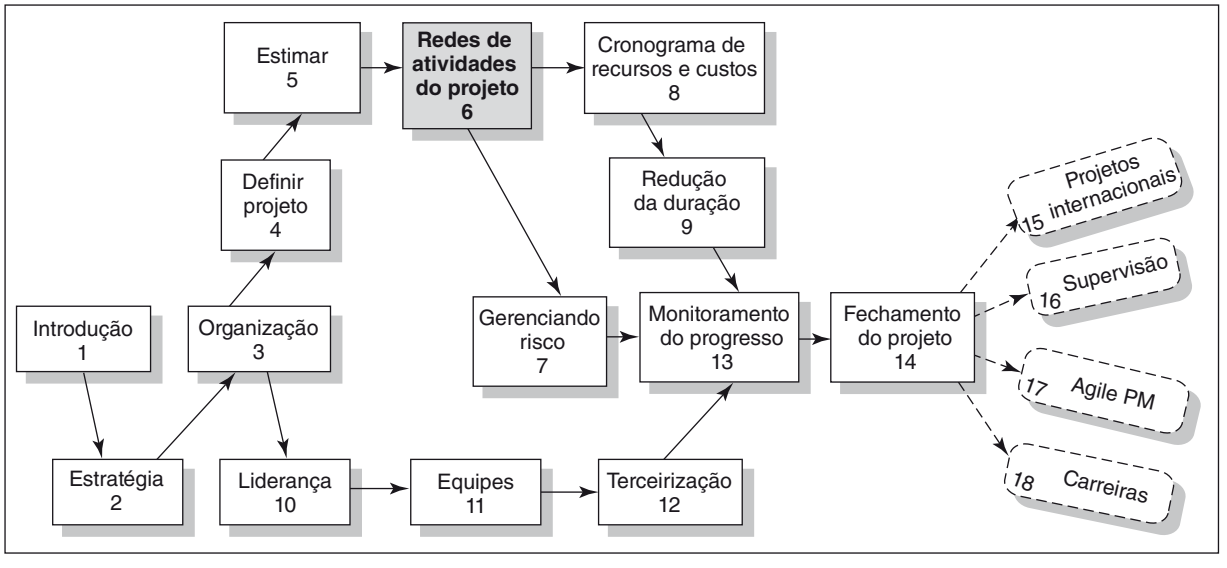
1. Gestão de projetos. 2. Liderança de projetos. 3. Gerenciamento de riscos. I. Gray, Clifford F. II. Título.

CDU 005.8

Catalogação na publicação: Poliana Sanchez de Araujo – CRB 10/2094

CAPÍTULO SEIS

# Desenvolvimento do plano do projeto




**Desenvolvimento do plano do projeto**
Desenvolvimento da rede de atividades do projeto
Do pacote de trabalho para a rede
Construção da rede do projeto
Fundamentos de atividade em nó (AON)
Processo de cálculo da rede
Uso das informações de caminho de ida e volta
Nível de detalhe das atividades
Considerações práticas
Ampliando as técnicas de rede para chegar mais perto da realidade
Resumo

*Eu tenho em meus serviços seis homens honestos (que me ensinaram tudo o que sei); seu nomes são O Que, Por Que, Quando, Como, Onde e Quem.*

*Rudyard Kipling*

## Desenvolvimento da rede de atividades do projeto

A rede do projeto é a ferramenta utilizada para planejar, programar e monitorar o progresso do projeto. Desenvolvida a partir das informações coletadas para a EAP, tem a forma de um fluxograma gráfico no plano de serviço do projeto e retrata as atividades do projeto que precisam ser concluídas, as sequências lógicas, as interdependências das atividades a serem concluídas e, na maioria dos casos, os tempos de início e fim das atividades, juntamente com os caminhos mais longos da rede – o *caminho crítico.* A rede é o molde do sistema de informações do projeto que será usado pelos respectivos gerentes para tomar decisões a respeito de tempo, custo e desempenho do projeto.

O desenvolvimento de redes de projeto toma tempo, portanto, custa dinheiro! Será que as redes realmente valem o empenho? A resposta definitivamente é sim, salvo em casos em que o projeto é considerado banal ou de duração muito curta.[1] A rede é facilmente compreendida pelos outros porque apresenta uma exibição gráfica do fluxo e sequência de trabalho no projeto. Uma vez desenvolvida, é muito fácil modificá-la quando ocorrem eventos inesperados à medida que o projeto progride. Por exemplo, se os materiais para uma atividade se atrasam, o impacto pode ser avaliado com rapidez, revisando-se todo o projeto em apenas alguns minutos no computador. Essas revisões podem ser comunicadas de forma célere a todos os participantes do projeto (por exemplo, via e-mail ou site do projeto).

A rede do projeto propicia informações e insights valiosos. Ela proporciona a base para a programação da mão de obra e dos equipamentos. Otimiza a comunicação que une todos os gerentes e grupos para cumprir os objetivos de tempo, custo e desempenho do projeto. Fornece uma estimativa da duração do projeto, em vez de escolher uma data de conclusão do projeto a esmo ou a data preferida por alguém. A rede informa o tempo em que as atividades podem iniciar e terminar e em quanto podem ser atrasadas. Ela dá a base para orçar o fluxo de caixa do projeto. Identifica quais atividades são "críticas" e, portanto, não devem ser atrasadas para que o projeto seja concluído conforme o planejado. Sublinha quais atividades devem ser consideradas caso o projeto precise ser comprimido para cumprir um prazo.

Existem outras razões para que as redes de projeto valham peso de ouro. Basicamente, elas minimizam as surpresas, divulgando o plano desde cedo e possibilitando *feedback* colaborativo. Uma afirmação que se ouve muito é que a rede do projeto representa três quartos do processo de planejamento. Talvez isso seja um exagero, mas assinala a importância percebida da rede por parte dos gerentes de projetos no negócio.

## Do pacote de trabalho para a rede

Desenvolvida a partir da EAP, a rede do projeto é um diagrama de fluxo visual da sequência, inter-relações e dependências de todas as atividades que devem ser realizadas para concluir o projeto. *Uma **atividade** é um elemento do projeto que consome tempo, por exemplo, trabalho ou espera.* Os pacotes de trabalho da EAP são usados para criar as atividades constantes na rede do projeto. Uma atividade pode incluir um ou mais pacotes de trabalho. As atividades são postas em uma

[1] Esse processo pode ser esclarecido e melhorado por meio de uma matriz de responsabilidade simples (ver Capítulo 3).

sequência que garante a conclusão correta do projeto. As redes são criadas usando-se nós (caixas) e setas (linhas).

A integração dos pacotes de trabalho e da rede representa um ponto em que o processo gerencial costuma falhar na prática. As principais explicações para esse fracasso são que (1) grupos (pessoas) diferentes se envolvem na definição dos pacotes de trabalho e das atividades e (2) a EAP é mal construída, não sendo orientada a entregas/saídas. A integração da EAP com a rede do projeto é crucial para um gerenciamento de projeto efetivo. O gerente do projeto precisa tomar cuidado para garantir continuidade, garantindo que algumas das pessoas que definiram a EAP e os pacotes de trabalho também desenvolvam as atividades da rede.

As redes fornecem o cronograma do projeto ao identificar dependências, sequenciamento e cronologia das atividades, o que não é incumbência da EAP. As principais entradas para desenvolver um plano de rede do projeto são pacotes de trabalho. Recorde que um pacote de trabalho é definido independentemente dos demais pacotes, tem pontos definidos de início e fim, demanda recursos específicos, inclui especificações técnicas e apresenta estimativas de custo para o pacote. No entanto, a dependência, o sequenciamento e a cronologia de cada um desses fatores não estão incluídos no pacote de trabalho. Uma atividade da rede pode incluir um ou mais pacotes de trabalho.

A Figura 6.1 apresenta um segmento do exemplo de EAP e como a informação é utilizada para desenvolver uma rede de projeto. A entrega de menor nível na Figura 6.1 é "placa de circuito". As contas de custo (design, produção, teste, software) denotam o trabalho de projeto, a unidade organizacional responsável e os orçamentos em fases cronológicas para os pacotes de trabalho. Cada conta de custo representa um ou mais pacotes de trabalho. Por exemplo, a conta de custo de design tem dois pacotes de trabalho (D-1-1 e D-1-2) – especificações e documentação. As contas de software e produção também têm dois pacotes de trabalho. O desenvolvimento de uma rede exige que se sequenciem as tarefas de todos os pacotes de trabalho que reúnem trabalho mensurável.

A Figura 6.1 mostra como os pacotes de trabalho são usados para desenvolver uma rede de atividades. É possível utilizá-los pelo esquema de códigos. Por exemplo, a atividade A usa os pacotes de trabalho D-1-1 e D-1-2 (especificações e documentação), enquanto a atividade C usa o pacote de trabalho S-22-1. A metodologia de selecionar pacotes de trabalho para descrever atividades é usada para desenvolver a rede do projeto, que sequencia e faz a cronologia das atividades do projeto. Deve-se tomar cuidado para incluir todos os pacotes de trabalho. *O gerente deriva estimativas de tempo de atividade a partir do tempo de tarefas do pacote de trabalho.* Por exemplo, a atividade B (protótipo 1) exige 5 semanas para ser concluída; a atividade K (teste) exige 3. Após calcular os **tempos (datas) mais cedo e mais tarde**, o gerente pode programar recursos e orçamentos em fases cronológicas (com datas).

## Construção da rede do projeto

### Terminologia

Todo ramo de negócio tem seu jargão que permite que os colegas se comuniquem com segurança sobre as técnicas que usa. Os gerentes de projetos não são exceção. Eis alguns termos usados na criação de redes de projeto:

**Atividade.** Para gerentes de projetos, uma *atividade* é um elemento do projeto que exige tempo. Pode ou não exigir recursos. Em geral, uma atividade consome tempo – seja com as pessoas trabalhando ou com as pessoas esperando. Por exemplo, pessoas esperando para que contratos sejam assinados ou materiais cheguem, aprovação de medicamentos pelo governo, liberação de orçamento etc. As atividades costumam representar uma ou mais tarefas de um pacote de trabalho. As descrições das atividades devem usar um formato verbo/substantivo, como em "desenvolver especificações do produto".

**Atividade intercalada.** Tem mais de uma atividade imediatamente precedente (mais de uma seta de dependência levando até ela).

**Atividades paralelas.** Podem ocorrer ao mesmo tempo, se o gerente desejar. Entretanto, ele pode escolher que as atividades paralelas *não* ocorram simultaneamente.

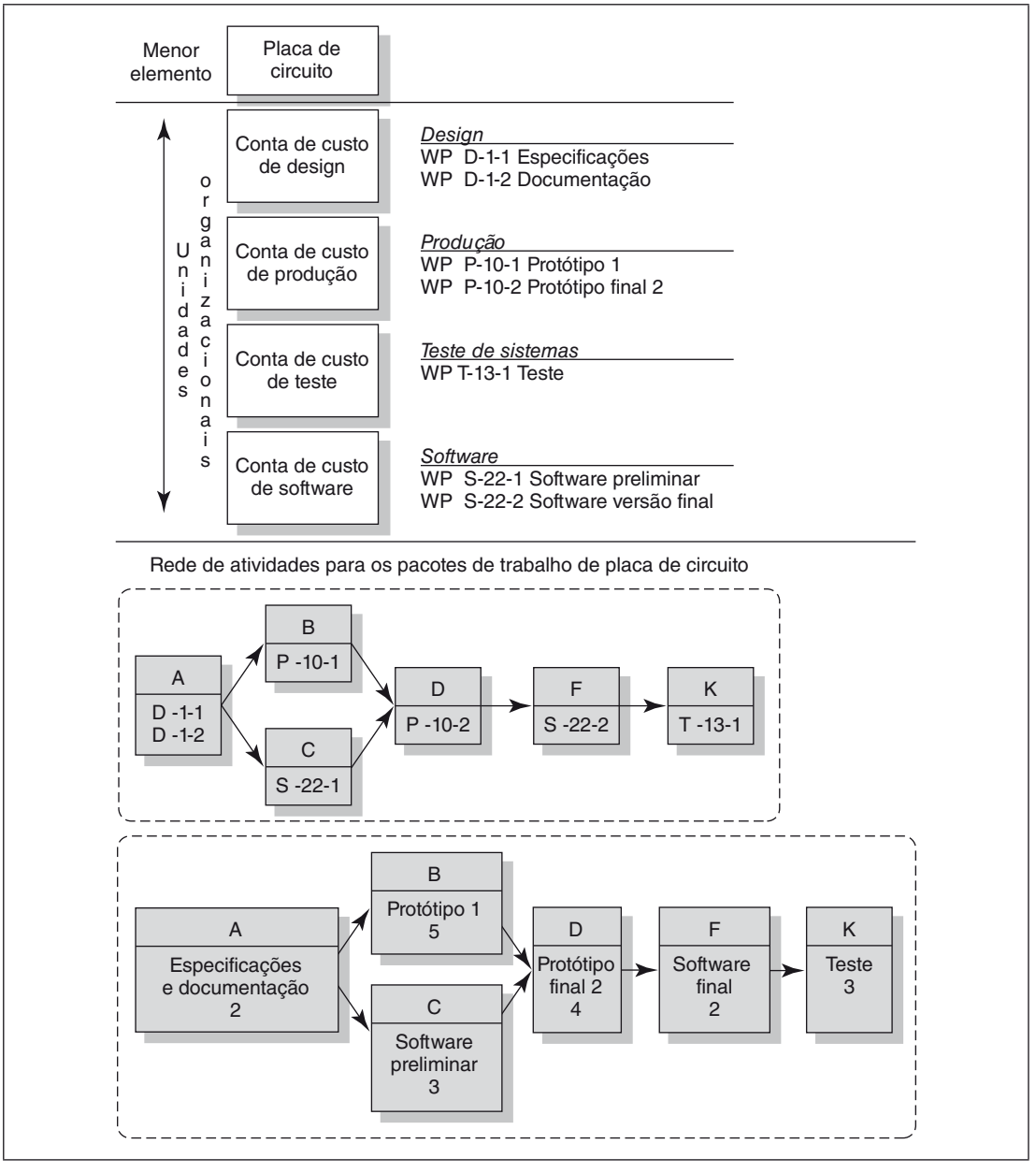



**FIGURA 6.1**
EAP/Pacotes de trabalho para a rede

**Caminho.** Uma sequência de atividades conectadas e dependentes.

**Caminho crítico.** Aquele(s) caminho(s) com a duração mais longa em toda a rede; se uma atividade no caminho é atrasada, o projeto é atrasado na mesma quantidade de tempo.

**Atividade de desdobramento.** Tem mais de uma atividade imediatamente seguinte (mais de uma seta de dependência saindo dela).

## Regras básicas ao desenvolver redes de projeto

As oito regras seguintes se aplicam, em geral, quando se desenvolve uma rede de projeto:

1. As redes geralmente fluem da esquerda para a direita.
2. Uma atividade não pode começar até que todas as atividades precedentes conectadas tenham sido concluídas.
3. Setas em redes indicam precedência e fluxo e podem se cruzar.
4. Cada atividade deve ter um número de identificação exclusivo.

5. O número de identificação da atividade precisa ser maior do que o das atividades que a precedem.
6. Não são permitidas voltas (em outras palavras, não pode ocorrer a reciclagem de um conjunto de atividades).
7. Não são permitidas afirmações condicionais (isto é, o seguinte tipo de afirmação não deve existir: "Se bem-sucedido, faça algo; senão, não faça nada").
8. A experiência sugere que quando há múltiplos inícios, pode ser usado um nó de início comum para indicar um começo claro para o projeto na rede. Da mesma forma, pode-se usar um único nó de fim de projeto para indicar um término claro.

Leia o "Caso Prático: A abordagem do adesivo amarelo" e veja como essas regras são usadas para criar redes de projeto.

## CASO PRÁTICO A abordagem do adesivo amarelo (para criar uma rede de projeto)

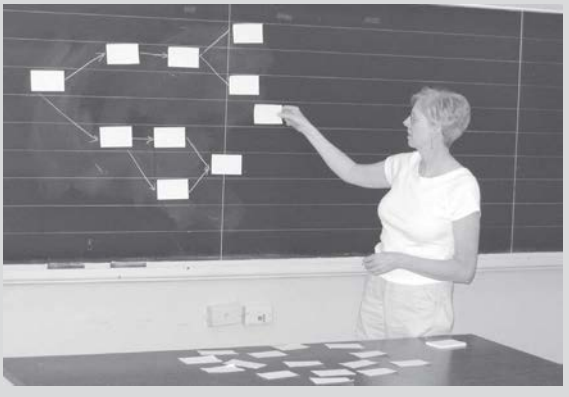
Na prática, é comum que se criem redes de projetos pequenos (de 25 a 100 atividades) por meio de adesivos amarelos Post-it®. Os requisitos e processo de reunião da equipe do projeto são descritos aqui.

Seguem os requisitos de determinado projeto:

1. Membros da equipe do projeto e um facilitador.
2. Um lembrete adesivo (7 × 10 cm ou maior) para cada atividade, com a descrição da atividade impressa.
3. Quadro branco apagável e pincel atômico (pode-se usar um pedaço de papel pardo, comprido e com 1,20 m de largura, no lugar do quadro branco).

Todos os adesivos amarelos são colocados à vista da equipe toda que começa identificando aqueles das atividades que não possuem predecessores. Então, cada um desses adesivos é preso no quadro branco. Desenha-se um nó de início e conecta-se uma seta de dependência em cada atividade.

Dadas as atividades iniciais do começo da rede, cada uma é examinada quanto às sucessoras imediatas. Elas são postas no quadro branco, acompanhadas das setas de dependência. O processo segue até que todos os adesivos amarelos estejam presos no quadro branco, com setas de dependência (observação: o processo pode ser revertido, começando com as atividades que não têm sucessoras e conectando-as a um nó final do projeto; selecionam-se as atividades predecessoras para cada atividade, prendendo-as ao quadro branco com as setas de dependência marcadas).


© Erik Larson

Ao final do processo, as dependências são registradas no *software* do projeto, que desenvolve uma rede desenhada em computador, juntamente com os caminhos críticos e os tempos cedo, tarde e de folga. Essa metodologia sensibiliza os membros da equipe desde logo para as interdependências entre as atividades do projeto. Porém, o mais importante é que ela autonomiza os membros da equipe, fazendo-os contribuir para as importantes decisões que deverão implementar mais tarde.

## Fundamentos de atividade em nó (AON)

Historicamente, dois métodos são usados para desenvolver redes de projeto: **atividade em nó (AON, do inglês *activity-on-node*)** e **atividade em seta (AOA, do inglês *activity-on-arrow*).** Ao longo do tempo, a disponibilidade de gráficos computadorizados avançados aprimorou a clareza e a atratividade visual do método AON. Hoje, o método da atividade em nó acabou dominando quase todos os planos de rede de projeto. Por esse motivo, limitamos a nossa discussão a métodos AON. A Figura 6.2 apresenta alguns usos típicos de blocos construtivos para construir a rede AON. Uma **atividade** é representada por um *nó* (caixa). O nó pode assumir diversas formas, mas nos últimos anos a representação dele como um retângulo (caixa) vem prevalecendo. As dependências entre as atividades são retratadas por *setas* entre os retângulos (caixas) da rede AON. As setas indicam como as atividades se relacionam e a sequência em que as coisas precisam ser realizadas. O comprimento e a inclinação da seta são arbitrários, sendo ajustados para facilitar o desenho da rede. As letras nas caixas servem

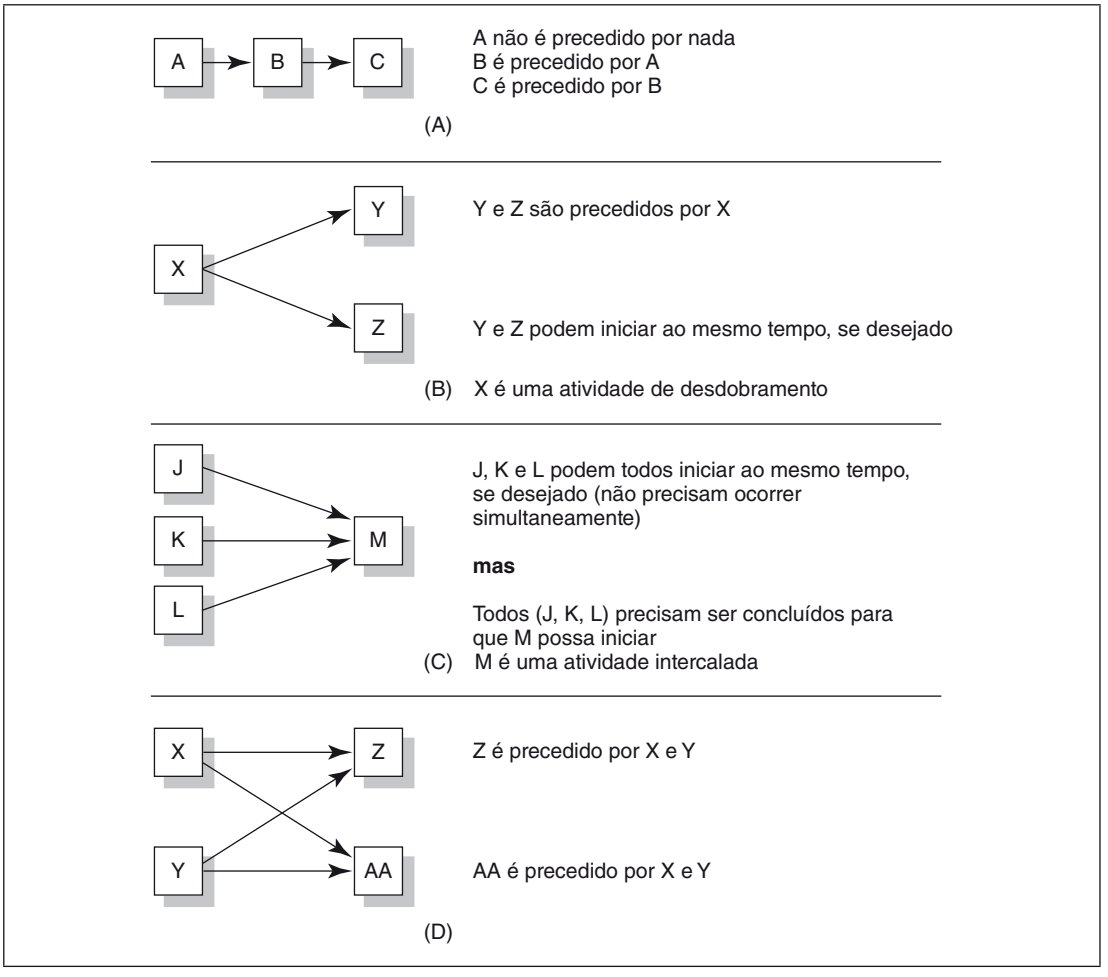



**FIGURA 6.2**
Fundamentos de redes com atividade em nó

para identificar as atividades enquanto se aprendem os fundamentos de construção e análise de rede. Na prática, as atividades possuem números de identificação e descrições.

Existem três relações básicas que precisam ser estabelecidas para as atividades incluídas em uma rede de projeto. As relações podem ser encontradas respondendo-se a estas perguntas para cada atividade:

1. Quais atividades devem ser concluídas imediatamente *antes* desta atividade? Estas são chamadas de atividades *predecessoras*.
2. Quais atividades devem vir imediatamente *em seguida* a esta atividade? Estas são chamadas de atividades *sucessoras*.
3. Quais atividades podem ocorrer *enquanto* esta atividade está se dando? Esta é conhecida como relação *concorrente* ou *paralela*.

Às vezes, o gerente pode usar apenas as perguntas de 1 a 3 para estabelecer as relações; são informações permitem que o analista da rede crie um fluxograma gráfico da sequência e das interdependências lógicas das atividades do projeto.

A Figura 6.2A é análoga a uma lista de coisas para fazer, em que primeiro se conclui a tarefa no topo da lista e, depois, passa-se para a segunda tarefa, etc. Essa figura diz ao gerente do projeto que a atividade A deve ser concluída antes de a atividade B poder começar, e que a atividade B deve ser concluída antes de a atividade C poder começar.

A Figura 6.2B nos diz que as atividades Y e Z não podem começar antes de a atividade X ser concluída. Essa figura também indica que as atividades Y e Z podem ocorrer concorrente ou simultaneamente, se o gerente do projeto assim desejar; no entanto, não é uma condição necessária.

Por exemplo, pavimentar um acesso para veículos com concreto (atividade Y) pode ocorrer durante a execução do paisagismo (atividade Z), mas a limpeza do terreno (atividade X) precisa ser concluída antes de Y e Z, consideradas atividades paralelas, poderem começar. Caminhos paralelos dão ensejo a esforço concorrente, o que pode encurtar o tempo para realizar uma série de atividades. A atividade X pode ser referida como uma atividade de *desdobramento*, pois mais de uma seta irrompe do nó. O número de setas indica quantas atividades se seguem imediatamente à atividade X.

A Figura 6.2C nos mostra que as atividades J, K e L podem ocorrer simultaneamente, se desejado, e que a atividade M não pode iniciar antes que as atividades J, K e L estejam todas concluídas. As atividades J, K e L são atividades paralelas. A atividade M é chamada de atividade intercalada porque mais de uma atividade precisa ser concluída antes de M poder iniciar. A atividade M também poderia ser chamada de marco – uma realização significativa.

Na Figura 6.2D, as atividades X e Y são paralelas, que podem acontecer ao mesmo tempo; as atividades Z e AA também. Contudo, as atividades Z e AA não podem iniciar até que as atividades X e Y estejam ambas concluídas. Dados esses fundamentos de AON, podemos treinar o desenvolvimento de uma rede simples. Lembre-se de que as setas podem se cruzar (por exemplo, Figura 6.2D), fazer curva e ter qualquer comprimento ou inclinação. Capricho não é um critério para uma rede válida e útil – apenas a inclusão precisa de todas as atividades do projeto, suas dependências e estimativas de tempo.

Informações sobre uma rede de projeto simplificada são dadas na Tabela 6.1. Este projeto representa um novo sistema de armazém automatizado para recolher pedidos de comida congelada e levá-los a uma área de espera para serem entregues às lojas.

A Figura 6.3 mostra as primeiras etapas para construir a rede de projeto AON a partir das informações da Tabela 6.1. Vê-se que a atividade A (definir requisitos) não é precedida por nada; logo, é o primeiro nó a ser desenhado. Em seguida, percebe-se que as atividades B e C (designar equipe e desenhar hardware) são ambas precedidas pela atividade A. Desenham-se e conectam-se duas setas às atividades B e C. O segmento mostra ao gerente do projeto que a atividade A precisa ser concluída para que as atividades B e C possam começar. Depois de A ser concluída, B e C podem ocorrer concorrentemente, se desejado. A Figura 6.4 mostra a rede finalizada, com todas as sequências e dependências de atividades.

As informações da Figura 6.4 são tremendamente valiosas para quem gerencia o projeto. Contudo, estimar a duração de cada atividade aumenta ainda mais o valor da rede. Um plano e um cronograma de projeto realista exigem estimativas de tempo confiáveis para as atividades do projeto. O acréscimo do tempo à rede nos permite estimar quanto o projeto demorará. Quando as atividades podem ou precisam se iniciar, quando os recursos precisam estar disponíveis, quais atividades podem ser atrasadas e quando o projeto estará concluído, segundo o que se estima: tudo isso é determinado a partir dos tempos atribuídos. Para derivar uma estimativa de tempo de uma atividade, é necessária uma avaliação precoce das necessidades de recursos em termos de material, equipamento e pessoal. Em essência, a rede de projeto com estimativas de tempo de tarefa liga planejamento, programação e controle de projetos.

**TABELA 6.1** Informações da rede

| **Armazém automatizado<br>Sistema de recolhimento de pedidos** | | |
|---|---|---|
| **Atividade** | **Descrição** | **Atividade precedente** |
| A | Definir requisitos | Nenhuma |
| B | Designar equipe | A |
| C | Desenhar hardware | A |
| D | Codificar software | B |
| E | Criar e testar hardware | C |
| F | Desenvolver pedido de patente | C |
| G | Testar software | D |
| H | Integrar sistemas | E, F, G |

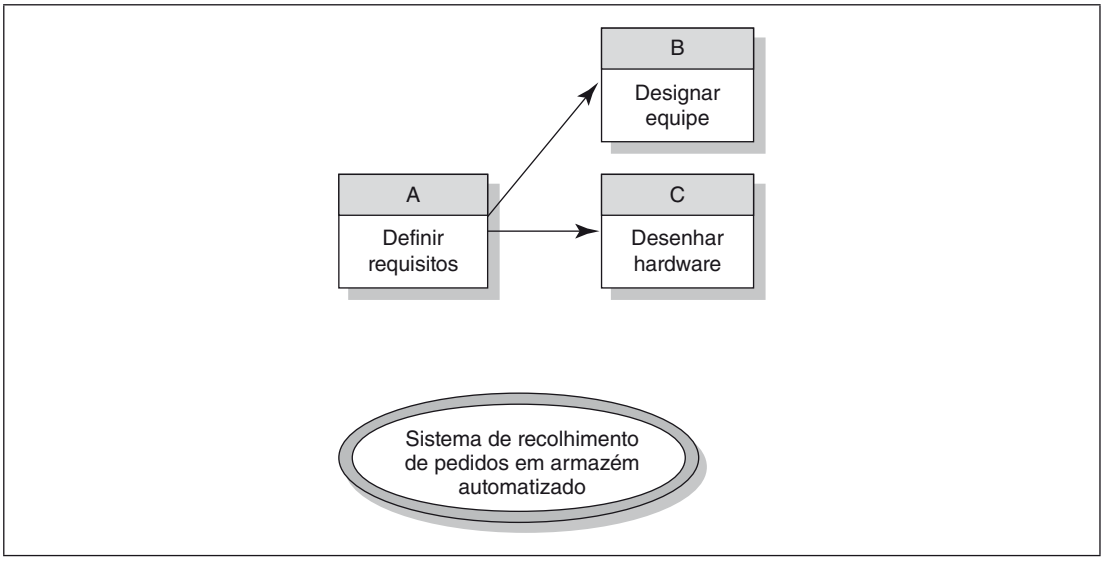



**FIGURA 6.3**
Armazém automatizado – Rede parcial

## Processo de cálculo da rede

O desenho da rede do projeto coloca as atividades na sequência correta para calcular os tempos de início e de fim das atividades. As estimativas de tempo das atividades são obtidas dos tempos das tarefas no pacote de trabalho sendo acrescentadas à rede (examine a Figura 6.1.). Com alguns cálculos simples, o gerente do projeto pode efetivar um processo conhecido como caminho de volta. A realização do *caminho de ida* e do *caminho de volta* responde às seguintes perguntas:

### *Caminho de ida – Datas mais cedo*

1. Qual é a data mais cedo que a atividade pode iniciar? (início mais cedo – ES, do inglês *early start*)
2. Qual é a data mais cedo que a atividade pode terminar? (fim mais cedo – EF, do inglês *early finish*)
3. Qual é a data mais cedo que projeto pode ser concluído? (tempo esperado – ET, do inglês *expected time*)

### *Caminho de volta – Datas mais tarde*

1. Qual é a data mais tarde que a atividade pode iniciar? (início tarde – LS, do inglês *late start*)
2. Qual é a data mais tarde que a atividade pode terminar? (fim tarde – LF, do inglês *late finish*)

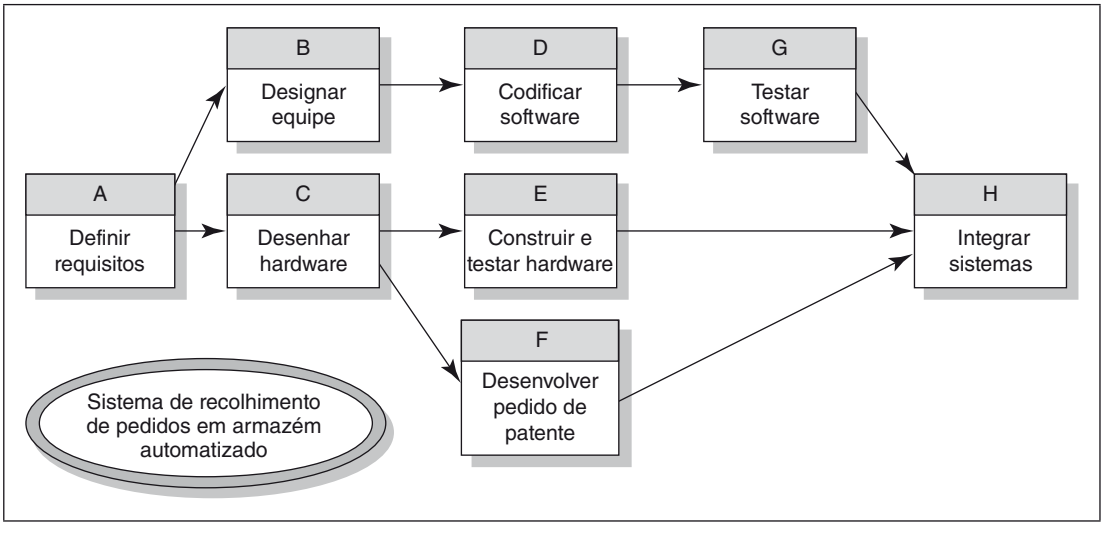



**FIGURA 6.4**
Armazém automatizado – Rede completa

3. Quais atividades representam o caminho crítico (*critical path*, CP)? Esse é o caminho mais longo na rede que, se atrasado, atrasará o projeto.
4. Por quanto tempo a atividade pode ser atrasada? (folga ou flutuação – SL, do inglês *slack or float*)

Os termos entre parênteses representam as siglas usadas pela maioria dos textos e programas de computador e pelos gerentes de projetos. O processo de caminho de ida e caminho de volta é apresentado a seguir.

## Caminho de ida – Datas mais cedo

O caminho de ida começa com as primeiras atividades do projeto e percorre cada caminho (corrente de atividades sequenciais) por toda a rede até as últimas atividades do projeto. À medida que se percorre o caminho, *adicionam-se* os tempos das atividades. O caminho mais longo denota o tempo de conclusão do projeto para o plano, sendo chamado de caminho crítico (CP). A Tabela 6.2 lista o tempo das atividades em dias úteis para o exemplo do projeto do Armazém Automatizado que usamos para desenhar uma rede.

A Figura 6.5 mostra a rede, com a estimativa de tempo de atividade situada no nó (verifique a legenda "DUR" para duração). Por exemplo, a atividade A (definir requisitos) tem uma duração de atividade de 10 dias úteis, e a atividade E (criar e testar hardware) de 50. O caminho de ida começa com o tempo de início do projeto, que costuma ser o tempo zero (observação: os tempos do projeto em dias-calendário podem ser calculados na fase de planejamento).

No nosso exemplo do Armazém Automatizado, o tempo de início cedo da primeira atividade (atividade A) é zero e está no canto superior esquerdo do nó da atividade A da Figura 6.6. O fim cedo da atividade A é 10 dias (EF = ES + DUR ou 0 + 10 = 10). Em seguida, vemos que a atividade A precede as atividades B (designar equipe) e C (desenhar hardware). Portanto, o mais cedo que as atividades B e C podem iniciar é o instante no tempo em que a atividade A é concluída; esse tempo é 10 dias. Agora, você pode ver na Figura 6.6 que as atividades B e C têm um início cedo (ES) de 10 dias. Usando a fórmula EF = ES + DUR, os tempos de fim cedo (EF) das atividades B e C são 15 e 35 dias. Seguindo-se o mesmo processo de percorrer cada caminho da rede, são exibidos aqui os tempos cedo de início e fim cedo de atividades selecionadas:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Atividade D: ES = 15 | EF = 15 + 20 = 35 | Atividade F: ES = 35 | EF = 35 + 15 = 50 |
| Atividade E: ES = 35 | EF = 35 + 50 = 85 | Atividade G: ES = 35 | EF = 35 + 35 = 70 |

A atividade H (integrar sistema) é uma atividade intercalada, pois é precedida por mais de uma atividade. O início cedo (ES) de uma atividade intercalada depende do fim cedo (EF) de todas as atividades que se fundem nela. Nesse projeto, a atividade H é precedida pelas atividades E, F e G. Qual atividade controla o ES da atividade H? A resposta é a atividade E. Na Figura 6.6, os tempos

**TABELA 6.2** Informações da rede

| Armazém automatizado<br>Sistema de recolhimento de pedidos | | | |
|---|---|---|---|
| **Atividade** | **Descrição** | **Atividade precedente** | **Tempo da atividade** |
| A | Definir requisitos | Nenhuma | 10 dias úteis |
| B | Designar equipe | A | 5 |
| C | Design hardware | A | 25 |
| D | Codificar software | B | 20 |
| E | Criar e testar hardware | C | 50 |
| F | Desenvolver pedido de patente | C | 15 |
| G | Testar software | D | 35 |
| H | Integrar sistemas | E, F, G | 15 |

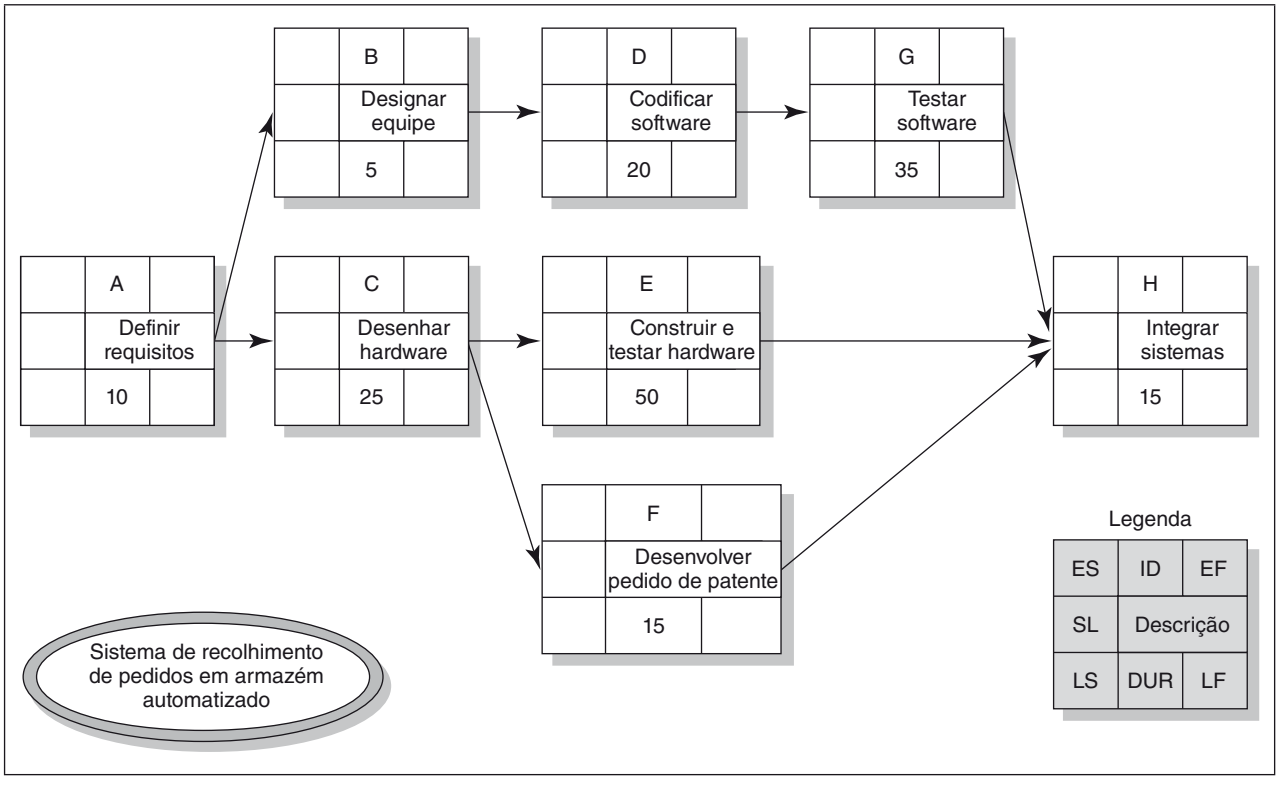



**FIGURA 6.5** Rede de atividade em nó

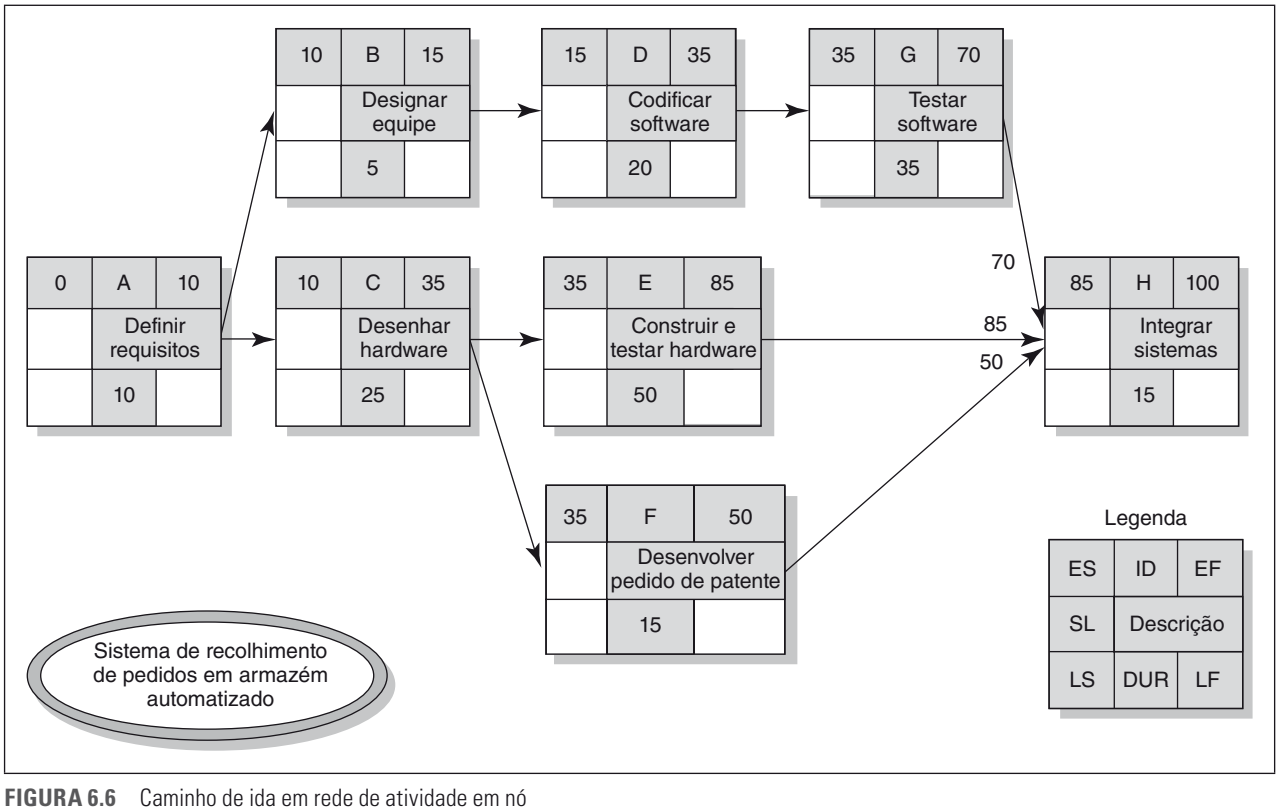



**FIGURA 6.6** Caminho de ida em rede de atividade em nó

de EF são 85, 50 e 70. Uma vez que 85 dias é o maior tempo de EF, a atividade E controla o ES da atividade H, que é 85. Se a atividade E for atrasada, a atividade H também será. O fim cedo da atividade H é 100 dias (EF = ES + DUR ou 85 + 15 = 100).

O caminho de ida exige que você se lembre de apenas três coisas ao calcular tempos cedo de atividades:

1. Você *adiciona* os tempos das atividades de cada caminho da rede (ES + DUR = EF).
2. Você transfere o fim cedo (EF) para a atividade anterior, em que ele se torna o seu início cedo (ES); *contudo*
3. Se a próxima atividade sucessora for uma atividade intercalada, você seleciona a *maior* data de fim cedo (EF) de *todas* as suas atividades predecessoras imediatas.

As três perguntas derivadas do caminho de ida foram respondidas, isto é: foram calculados os tempos de início cedo (ES), fim cedo (EF) e duração esperada do projeto (ET). O caminho de volta é o próximo processo a ser aprendido.

## Caminho de volta – Data mais tarde

O caminho de volta se inicia com as últimas atividades de projeto da rede. Percorre-se cada caminho para trás *subtraindo-se* os tempos das atividades para obter os tempos de início tarde (LS) e fim tarde (LF) de cada atividade. Antes de poder calcular o caminho de volta, deve ser escolhido o fim tarde das últimas atividades do projeto. Nos estágios iniciais de planejamento, esse tempo costuma ser definido como igual ao fim cedo (EF) da última atividade do projeto (ou, no caso de múltiplas atividades terminando, da atividade com o maior EF). Em alguns casos, existe um prazo imposto de duração do projeto, sendo essa data, então, usada. Para fins de planejamento, vamos assumir que podemos aceitar a duração do projeto (ET) de EF como igual a 100 dias úteis. O LF da atividade H se torna 100 dias (EF = LF) (ver Figura 6.7).

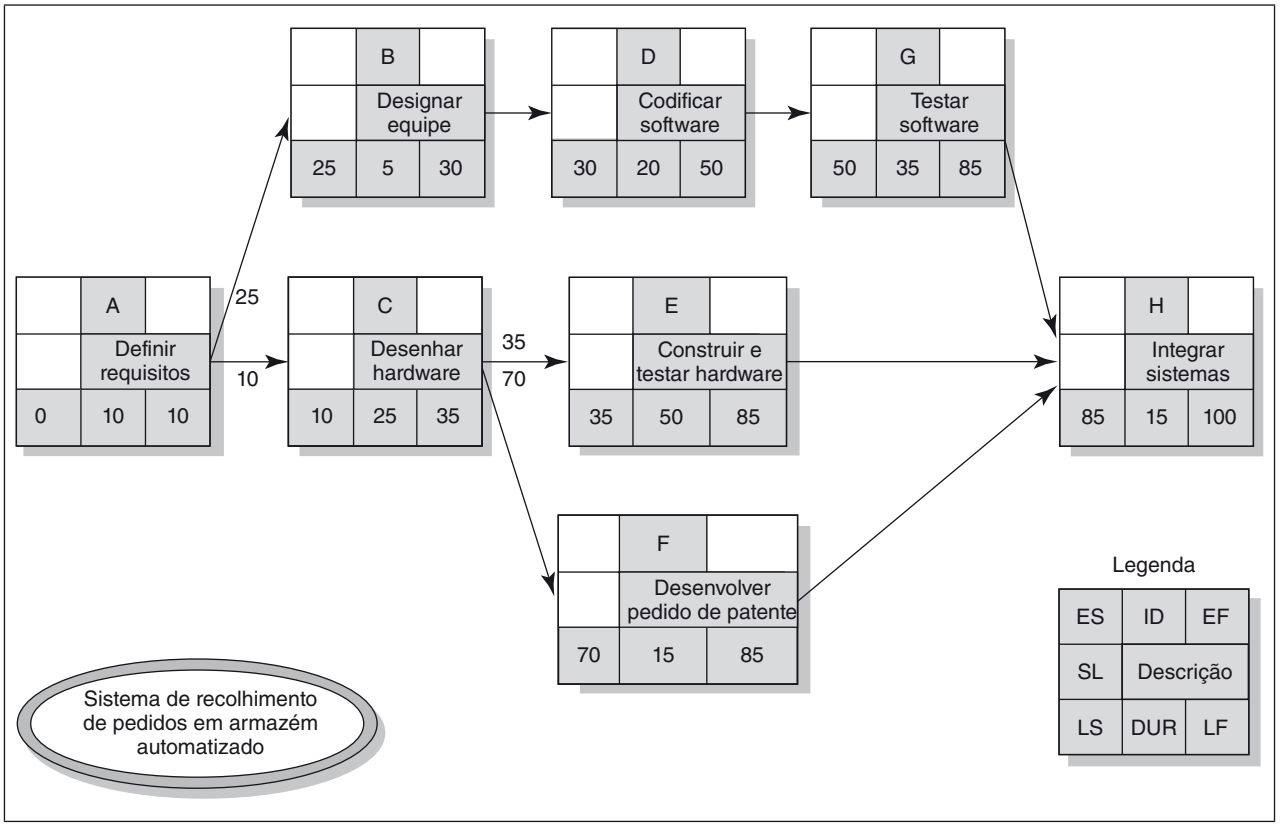



**FIGURA 6.7** Caminho de volta em rede de atividade em nó

O caminho de volta é semelhante ao caminho de ida; você precisa se lembrar de três coisas:

1. Você *subtrai* os tempos das atividades ao longo de cada caminho, começando com a atividade final do projeto (LF − DUR = LS);
2. Você transfere o LS para a atividade precedente, a fim de estabelecer o seu LF; *contudo*
3. Se a próxima atividade precedente for uma atividade *de desdobramento*, você seleciona o *menor* LS de todas as suas atividades sucessoras imediatas a fim de estabelecer o seu LF.

Vamos aplicar essas regras ao nosso exemplo do Armazém Automatizado. Começando com a atividade H (integrar sistemas) e um LF de 100 dias úteis, o LS da atividade H é de 85 dias (LF − DUR = LS ou 100 − 15 = 85). O LS da atividade H torna-se o LF das atividades E, F e G. Indo para trás na rede, os início tarde de E, F e G são mostrados aqui (LS = LF − DUR):

| | |
|---|---|
| Atividade E: LS = 85−50 = 35 | Atividade G: 85−35 = 50 |
| Atividade F: LS = 85−15 = 70 | |

Neste ponto, vemos que a atividade C é uma atividade *de desdobramento*, que se liga (precede) às atividades E e F. O fim tarde da atividade C é controlado pelo LS das atividades E e F. O *menor* LS das atividades E e F (LS = 35 e LS = 70) é a atividade E. Isso estabelece o LF da atividade C. O LS da atividade C torna-se 10. Retrocedendo até a primeira atividade do projeto, notamos que ela também é uma atividade *de desdobramento* que se liga às atividades B e C. O LF da atividade A é controlado pela atividade C, que tem o menor LS, 10 dias. Dado um LF de 10 dias, o LS da atividade é o período de tempo zero (LS = 10 − 10 = 0). O caminho de volta está completo, e os tempos mais tarde das atividades são conhecidos. A Figura 6.8 mostra a rede finalizada, com todos os tempos cedo, tarde e de folga incluídos. A folga pode ser importante do gerenciamento do seu projeto.

## Determinação da folga (ou flutuação)

### *Folga total*

Depois dos cálculos dos caminhos de ida e de volta, é possível determinar quais atividades podem ser atrasadas calculando-se a "folga" ou "flutuação". **Folga total** *nos diz a quantidade de tempo em que uma atividade pode ser atrasada sem atrasar o projeto.* Dito de outra forma, *folga total é a quantidade de tempo em que uma atividade pode exceder sua data de fim cedo sem afetar a data de término do projeto ou uma data de conclusão imposta.*

A folga ou flutuação total de uma atividade é simplesmente a diferença entre o LS e o ES (LS – ES = SL) ou entre o LF e o EF (LF – EF = SL). Por exemplo, na Figura 6.8, a folga total da atividade D é de 15 dias úteis e da atividade F, 35; e a da atividade E é zero. Se for usada a folga total de uma atividade em um caminho, o ES de todas as atividades que se seguem na corrente será atrasado e sua folga, reduzida. O uso da folga total *deve ser coordenado* com todos os participantes das atividades que se seguem na corrente.

Após a folga de cada atividade ser calculada, o(s) caminho(s) crítico(s) é(são) facilmente identificado(s). Quando LF = EF para uma atividade de término de projeto, o caminho crítico pode ser identificado como aquelas atividades que também têm LF = EF ou uma folga de zero (LF – EF = 0 ou LS – ES = 0). *O caminho crítico é o(s) caminho(s) da rede que tem (têm) menos folga em comum.* Essa redação esquisita é necessária porque surge um problema quando a atividade de término do projeto possui um LF diferente do EF encontrado no caminho de ida – por exemplo, uma data de duração imposta. Se não for o caso, a folga no caminho crítico *não* será zero: será a diferença entre o EF do projeto e o LF imposto da última atividade do projeto. Por exemplo, se o EF do projeto for de 100 dias, mas o LF imposto, ou data-alvo, for ajustado para 95 dias, todas as atividades no caminho crítico teriam uma folga de 5 dias negativos. É claro, isso resultaria em um início tarde de cinco dias para a primeira atividade do projeto – um bom truque se o projeto tiver de começar agora. Folga negativa ocorre na prática quando o caminho crítico é atrasado.

Na Figura 6.8, o caminho crítico é marcado com setas tracejadas – atividades A, C, E e H. Atraso em qualquer uma dessas atividades atrasará todo o projeto pelo mesmo número de dias. Uma vez que os projetos reais podem ter muitas atividades críticas com diversas dependências

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

## DICA DO PROFESSOR

Neste vídeo, apresentam-se os aspectos essenciais, relacionados aos primeiros passos para a elaboração do plano de projeto, a partir da definição das atividades (com base nos pacotes de trabalhos) e de sequenciamento, respeitando as relações lógicas cabíveis.

Conteúdo interativo disponível na plataforma de ensino!

## EXERCÍCIOS

1) **Você é o gerente de um projeto de desenvolvimento de um software que custa US$5.000.000,00. Enquanto trabalha com a equipe do projeto para desenvolver um diagrama de rede, você identifica uma série de atividades que podem ser realizadas em paralelo. No entanto, elas devem ser concluídas em uma sequência específica. Que tipo de método de sequenciamento de atividades é exigido para estas atividades?**

A) Método de diagrama de precedência.

B) Método de diagrama de setas.

C) Método do caminho crítico.

D) Método de digrama operacional.

E) Método de estimativa análoga.

2) **Para controlar o cronograma, uma gerente de projetos está analisando o projeto novamente, a fim de prever sua duração. Para isso, ela analisa a sequência de atividades com a menor flexibilidade do cronograma. Sendo assim, qual técnica ela está utilizando?**

A) Fluxograma.

B) Técnica de Pareto.

C) Método do caminho crítico.

D) Método de digrama de precedência.

E) Estrutura Analítica do Projeto - EAP.

3) **Qual das seguintes opções é a ferramenta de gerenciamento de projetos mais adequada para se determinar o tempo mais longo de um projeto?**

A) Estrutura Analítica do Projeto - EAP.

B) Diagrama de rede.

C) Gráfico de barras.

D) Termo de abertura do projeto.

E) Registro de riscos.

4) **Os tipos de dependências influenciam diretamente a escolha das relações lógicas necessárias para o sequenciamento das atividades e a determinação do diagrama de rede. Uma dependência arbitrada é baseada na(s):**

A) Experiência.

**B)** Natureza do trabalho.

**C)** Necessidades de alguém fora do projeto.

**D)** Necessidades do patrocinador do projeto.

**E)** Necessidades de todos os *stakeholders*.

**5) A rede de projetos é desenvolvida a partir da WBS - *Work Breakdown Structure*. Esta rede é um fluxograma visual da sequência inter-relações e dependências de todas as atividades que devem ser realizadas para finalizar o projeto. Com relação ao diagrama de rede, marque a alternativa CORRETA:**

**A)** Um caminho crítico pode ajudar a comprovar o tempo de duração mais longa de um projeto.

**B)** Há apenas um caminho crítico.

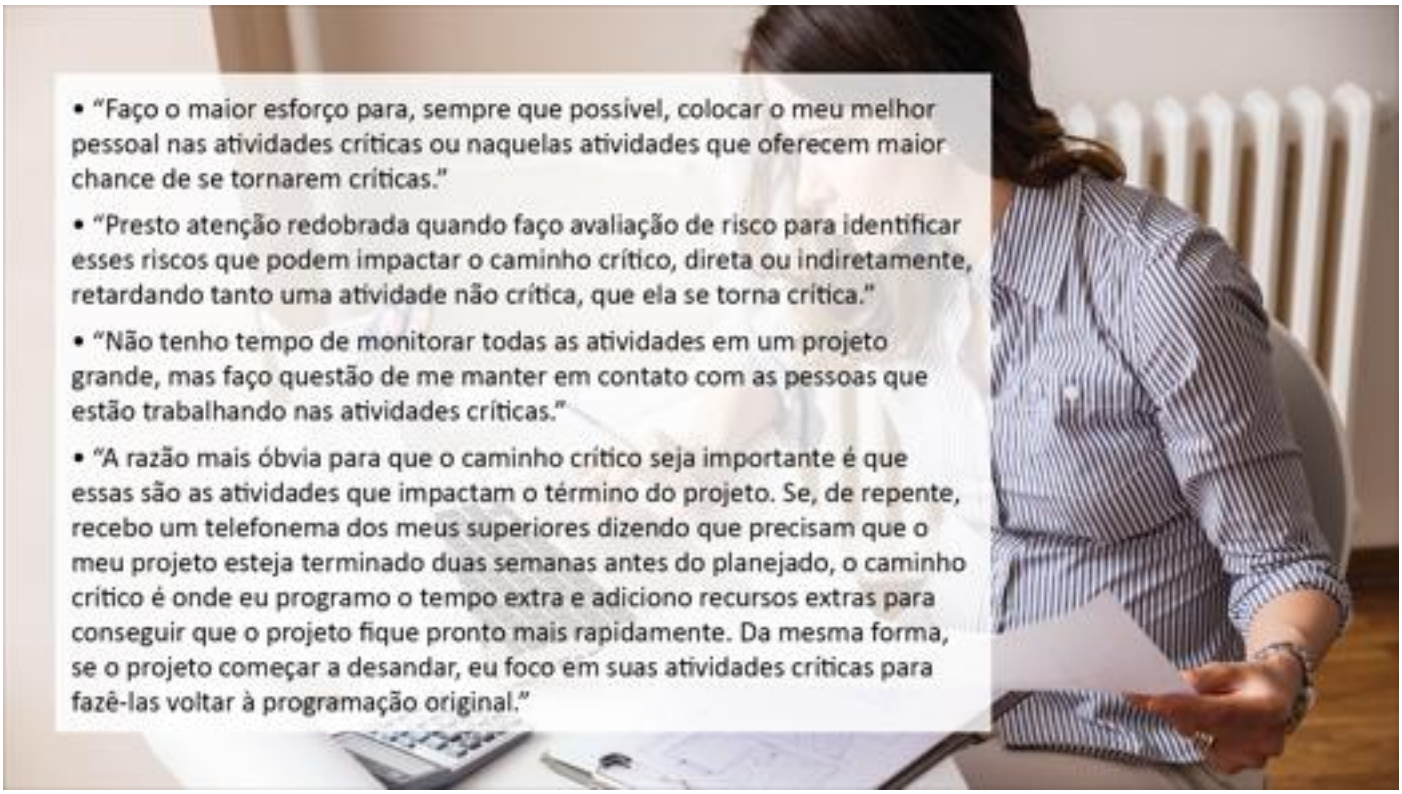
**C)** O diagrama de rede muda sempre que a data de término se altera.

**D)** Um projeto não pode ter uma folga negativa.

**E)** Os recursos não são necessários para se determinar o caminho crítico.

## NA PRÁTICA

O método do caminho crítico (*Critical Path Method* – CPM) é considerado, há tempos, o "Santo Graal" do gerenciamento de projeto. Veja a seguir alguns comentários feitos por gerentes de projetos experientes acerca do significado deste método em seus trabalhos.


• “Faço o maior esforço para, sempre que possível, colocar o meu melhor pessoal nas atividades críticas ou naquelas atividades que oferecem maior chance de se tornarem críticas.”
• “Presto atenção redobrada quando faço avaliação de risco para identificar esses riscos que podem impactar o caminho crítico, direta ou indiretamente, retardando tanto uma atividade não crítica, que ela se torna crítica.”
• “Não tenho tempo de monitorar todas as atividades em um projeto grande, mas faço questão de me manter em contato com as pessoas que estão trabalhando nas atividades críticas.”
• “A razão mais óbvia para que o caminho crítico seja importante é que essas são as atividades que impactam o término do projeto. Se, de repente, recebo um telefonema dos meus superiores dizendo que precisam que o meu projeto esteja terminado duas semanas antes do planejado, o caminho crítico é onde eu programo o tempo extra e adiciono recursos extras para conseguir que o projeto fique pronto mais rapidamente. Da mesma forma, se o projeto começar a desandar, eu foco em suas atividades críticas para fazê-las voltar à programação original.”

## SAIBA +

Para ampliar o seu conhecimento a respeito desse assunto, veja abaixo as sugestões do professor:

**O que os Gerentes Precisam Saber sobre Projetos**

**Gestão de Projetos - Melhores práticas**